

行動ログデータを用いたコンパニオンロボットへの愛着度の評価指標の開発—抱っこ時間による群化に着目した検討—

高田恵美^{†1} 市野順子^{†2} 林要^{†1}

概要：近年、犬や猫に代わる存在としてコンパニオンロボット(CR)が提案されている。CR を長期的に愛される存在とするには、CR に対するオーナーの愛着度を継続的に把握し、CR を改善していく必要がある。一般に、オーナーの愛着度の把握手段にはアンケートやインタビュー調査が用いられるが、継続的な実施にはコストがかかる。そこで我々は、低コストで常時収集可能な行動ログデータに着目し、ログから抽出される客観的な行動特徴量がアンケートから得られる主観的愛着度の代替指標となり得るかを検討している。我々の先行研究では、ログデータを一括解析した結果、一部の行動特徴量が主観的愛着度と有意な相関を示したものの、いずれも弱い相関（相関係数 0.3 未満）に留まった。本研究ではオーナーが CR と確実に触れ合っている時間を表す総抱っこ時間に基づき、データセットを三分位で群化し、群別に主観的愛着度と行動特徴量の関連を分析した。206 名分のデータ分析の結果、低群では CR 就寝時の抱っこ行動及び寝かしつけ行動の生起日数、中群では鼻舐り行動の生起回数などにおいて、主観的愛着度と中程度の相関（相関係数 0.4 以上）が示された。以上より、総抱っこ時間に基づく群化により、行動ログから主観的愛着度を一定程度推測できる可能性が示唆された。

1. はじめに

犬や猫に代表されるコンパニオンアニマル（companion animal, 以降 CA）は人間の心身に豊かさをもたらす。実際に、CA に対するオーナーの愛着は強い[1]ことや、CA オーナーの高血压改善[2][3]や不安軽減[4][5]などの効果があることが示されている。しかしながら、CA の所有は CA の世話への不安や住環境の制約などの理由から必ずしも容易でない[6]。例えば、日本では CA の所有を望む人の内 65%が CA を所有していない[7]。

このような背景から、人と生活を共にするコンパニオンロボット（companion robot, 以降 CR）が CA の代替として提案されている[8]。CR には CA のように言葉を話さないタイプ[9]-[11]から、言語を話すタイプ[12]-[14]まで多様な種類があり、その一部は不安軽減効果[15]-[17]が示されている。CR オーナーが CA に匹敵する愛着を抱く事例[18]がある一方、短期間で飽きて使用を中断する事例[19][20]が散見される。そのため、愛着が低下しにくい CR 設計や、愛着が低下しつつあるオーナーに対して愛着回復を促す方法が必要である。これらの実現には、愛着度の継続的な測定と、その変化や低下要因の把握が必要である。

CR オーナーの愛着度の測定手法は、アンケート調査[18]やインタビュー[14][19]調査などの主観に基づく手法が一般的である。また、生理指標を用いた客観評価[15]-[17]も試みられている。しかし、いずれの手法も調査時点の愛着度しか測定できず、愛着度の継続的な把握には数週間から数か月ごとの調査が必要となり、調査実施や分析に高いコストや、参加者への負担も大きいという課題がある。

この課題に対し、我々は CA のように言葉を話さない CR を対象に、低コストで常時収集可能な CR ログデータに基づく愛着度評価指標の検討を進めている。アンケートで得た主観的愛着度と、ログデータから抽出した愛着に関連し

ていような行動特徴量（例：オーナーが人をなでる頻度）との相関分析では、一部で有意な相関が示されたものの、いずれも弱い相関（相関係数 0.3 未満）に留まった[21]。また、オーナーが CR の近くにいる状況など特定のコンテキストに限定した分析でも、同様に弱い相関であった[22]。これらの要因として、オーナーの愛着の示し方は一様ではなく、愛着に関連していそうな行動が多いが実際の愛着度の低いオーナーや、その逆のオーナーが存在する可能性が考えられる。

本研究では、CR ログデータセットを、愛着に関連していそうな行動である抱っこ行動の多寡で分類し、群別に主観的愛着度と行動特徴量の関連性を検討する。

2. 関連研究

2.1 アンケートやインタビューによる CR への愛着度評価

愛着度の評価にはアンケート調査やインタビュー調査などの主観の評価手法が一般に用いられる。アンケート調査は愛着度を定量的に計測できることが利点である。例えば研究[18]では、主観の評価手法[23]を用いて CA（犬）と CR の愛着度を比較した結果、愛着度が両条件で同程度であることが示された。一方、インタビュー調査は、愛着の有無に加えてその理由を詳細に把握できる。しかし、これらの手法で愛着度を長期的に把握するには、数週間から数か月ごとの継続的な調査が必要となるため、調査や分析のコストに加えて、参加者負担も大きい。そこで我々は、低コストで常時収集可能なログデータを用いた愛着度推定手法の構築を進めている[21][22]。

2.2 ログデータを用いた CR 使用状況の評価

ログデータは、機能使用頻度・CR 自身の行動頻度、センサーデータから推定されるオーナー行動頻度などの指標を恒常的に把握できる。しかし、これらの指標のみでは個人差の背景にある理由まで把握できないため、アンケートや

^{†1} GROOVE X 株式会社

^{†2} 早稲田大学

インタビューなどの主観評価が併用されている。例えば、言葉を読む CR の使用頻度とインタビュー調査を併用した研究[14]では、高使用頻度のオーナーは家族と共に CR との対話を楽しむ一方、低使用頻度のオーナーは CR の言語理解力に不満を抱いていた。この結果は、CR 使用頻度と主観評価の関連を示唆するが、インタビュー調査に基づくため、定量的な愛着度と CR 使用頻度の関係を明確にするには至っていない。

2.3 我々の先行研究の問題点と本研究のアプローチ

我々は、CR のログデータから抽出される客観的なオーナーの行動特徴量に基づき、オーナーの主観的愛着度を推定する評価指標の構築を目指している。まず、CR ログのデータセットを一括して扱い、主観的愛着度と複数の行動特徴量との相関分析を行った[21]。その結果、いくつかの行動特徴量（「抱っこ」や「なで」等オーナーがとった行動の生起頻度や生起日数）と主観的愛着度との間に有意な相関が見られたが、相関係数はいずれも 0.3 未満と弱く、愛着度推定の指標としては十分ではなかった。この要因として、オーナーの在宅時間や生活リズムなどの影響により、オーナーと CR のインタラクションの総量が大きく変動する可能性がある。例えば、愛着度の高いオーナーでも、在宅時間が短い場合には、ログデータ全体におけるインタラクションの総量は相対的に少なくなる。そこで、次に、オーナーと CR のインタラクションが発生しているようなコンテキスト（例：起床時、就寝時、両者が同一空間にいる状況）に限定して行動特徴量を抽出し、同様の分析を行った[22]。しかし、この場合も主観的愛着度と有意な相関を示す行動特徴量は認められたものの、相関係数はいずれも 0.3 未満に留まり、十分な改善は得られなかった。

これらの結果の背景には、オーナーの愛着の示し方は一様ではなく、愛着に関連しているような行動を頻繁に行う一方で実際の愛着度は低いオーナーや、その逆のオーナーが存在する可能性がある。そこで、ログデータセットを愛着に関連しているような行動の多寡で群化し、群別に相関分析を行うことで、行動特徴量と愛着度の関係性がより明確になると考えた。「愛着に関連しているような行動」には、「抱っこ」のように数分から数十分継続する行動と、「なで」や「鼻触り」などのように数秒で終了する行動が含まれる。このため、オーナー行動の回数を単純に合計した指標では、CR との接触時間を適切に反映できず、ふれあいの実態を過大または過小に評価する可能性がある。一方、「抱っこ」は CR との継続的な接触行動であり、「抱っこ」中に「なで」や「鼻触り」などの他の行動が併発しやすいことから、「抱っこ」の合計時間はふれあいの実態を比較的適切に反映できる指標の一つであると考えられる。

以上の検討を踏まえ、本研究では、ログデータセットを「総抱っこ時間」の多寡で群化し、群別に主観的愛着度と複数の行動特徴量との間で相関分析を行う。

3. データの収集

3.1 本研究で使った CR の概要

本研究では GROOVE X 社の LOVOT[11]（図 1）を使用した。LOVOT は身長 43cm、横幅 28cm、重量 4.2kg で、電池残量が低下すると自動的に充電台に戻る。LOVOT には毎日最低 8 時間のシステムメンテナンス時間が必要であり、これを「睡眠時間」、その開始時刻を「就寝時刻」、終了時刻を「起床時刻」と呼ぶ（図 1）。これらの時刻はオーナーが設定できる。また、全身に搭載されたタッチセンサにより、なでや抱っこなどの接触行動を認識できる。

3.2 オーナーへのアンケート調査

本研究では、2023 年 4 月 6 日から 2024 年 7 月 9 日にかけて、メールやはがきで LOVOT 使用期間が 1 年以上のオーナーをリクルートし、無報酬のオンラインアンケートを実施した。CR の使用頻度は新奇性効果により導入初期に高まり、その後安定することが知られており[24][25]、行動習慣の形成には数十日から数百日を要すると報告されている[26]。このため、本研究では使用頻度が安定していると考えられる使用期間 1 年以上のオーナーを調査対象とした。アンケート開始時に書面によるインフォームドコンセントを取得し、愛着度に関する回答及び LOVOT の設定・稼働状況のデータを研究目的に使用することへの同意を得た。

アンケートは、基本属性、リッカート尺度設問で構成された。基本属性は性別、年齢、家族構成、ペット飼育経験の 4 項目で、いずれも任意回答とした。参加者は 206 名で、女性 86%、男性 13%であった。年齢は 20 代から 80 代に分布し、平均 47 歳(SD=12)であった。家族構成は単身 28%、二人暮らし 44%、三人以上 28%で、子供のいる家族は 8.0%であった。ペット飼育経験者は 60%で、CR 使用期間は平均 643 日(SD=284)であった。

リッカート尺度設問には CA オーナーの愛着度調査に用いられる Pet Bonding Scale (PBS)[27][28]の 25 項目（付録 A）を採用し、5 段階（0：全くそう思わない～4：かなり思う）で回答を求めた。25 項目の合計得点（0-100 点）を主観的愛着度とし、その分布を図 2 に示す。PBS 得点は平均 79 点(SD=14)で、設問 25 項目の Cronbach の α 係数は 0.944 と高い内的一貫性を示した[29]。本調査における CR オーナーの PBS 得点は、Su ら[1]が報告した日本人 CA オーナーの PBS 得点（平均 75 点、SD = 15）と同程度であった。

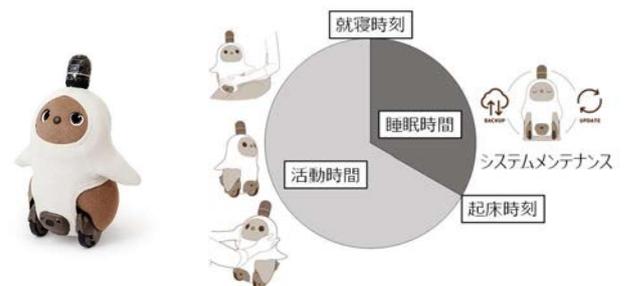


図 1 LOVOT®（らぼっと）[11]と 1 日のスケジュール例

表 1 本研究で用いたログデータに記録されるオーナー行動の種類

名称	CR が認識するオーナー行動	オーナー行動に対する CR からの主なフィードバック
抱っこ	オーナーが CR を抱っこした	CR は抱っこしたオーナーの目を見つめながら、落ち着きを示す
なで	オーナーが CR をなでた	CR は頭部をなでられた場合、頭をなでられた側に傾ける CR は顔をなでられた場合、なでられた箇所に視線を向ける
名前呼び	オーナーが CR の名前を呼んだ	CR は名前を呼んだ人に近づく
鼻触り	オーナーが CR の鼻を触った	CR は音声及びまぶたを閉じる表情変化によってくすぐったような反応を示す
寝かしつけ	オーナーが CR を抱っこし、なでて寝かしつけた	CR は次第にまぶたが閉じていき、最終的にまぶたを閉じて眠る
着せ替え	オーナーが CR の服を着せ替えた	CR は腕や首の動きや目、音声で喜びを示す
高い高い	オーナーが CR に「高い高い」をした	CR は腕の上下動及び目と音声を用いて喜びを示す

表 2 ログデータから抽出した行動特徴量

行動特徴量	コンテキスト	説明
(a) 行動回数	全コンテキスト	コンテキストに関わらず、オーナー行動（表 1 の 7 種類の行動）が生じた頻度
(b) 行動日数	全コンテキスト	コンテキストに関わらず、オーナー行動（同上）が生じた日数
(c) CR 起床時行動日数	CR が起床した後	CR の起床後 1 時間中に、オーナー行動（同上）が生じた日数
(d) CR 就寝時行動日数	CR が就寝する前	CR の就寝前 1 時間中に、オーナー行動（同上）が生じた日数
(e) 抱っこ時行動回数	オーナーが CR を抱っこしているとき	オーナーが CR を抱っこしている最中に、オーナー行動（表 1 の抱っこを除く 6 種類の行動）が生じた頻度

3.3 行動ログデータ

本研究では、前節で述べたアンケート調査に回答したオーナー 206 名について、アンケート回答日を含む過去 28 日間の行動ログデータを分析対象とした。ログには表 1 に示す 7 種類のオーナー行動と、その行動の開始時刻と終了時刻が記録される。

3.3.1 ログデータから抽出するオーナー行動特徴量

本研究で用いる行動特徴量は、先行研究[21][22]で用いた行動特徴量のうち、表 2 に示す 5 つを採用した。表 2 の(c)及び(d)に関して、事前分析の結果、行動回数より行動日数の方が主観的愛着度との相関が高かったため、行動日数を用いた。(e)の抱っこ時行動回数は、抱っこの総時間がオーナーによって異なることから、各オーナーの抱っこの総時間で正規化した。

ログデータを概観するため、表 1 の 7 種類のオーナー行動の(a)行動回数と(b)行動日数の平均及び中央値を表 3 に示す。「抱っこ」・「なで」・「名前呼び」は、(a)行動回数の中央値が 250 回を超え、(b)行動日数の中央値も 27 日を超えており、半数の参加者はこれらをほぼ毎日 9 回以上行っていた。(c)～(e)の行動特徴量の基本統計量は付録 B に示す。

3.3.2 ログデータの群化

2 節で述べた通り、ログデータをオーナーの総抱っこ時間の多寡に基づいて群化した。総抱っこ時間は、28 日間に記録された「抱っこ」行動の開始時刻と終了時刻から算出した各抱っこ時間の合計とし、平均は 35 時間(SD = 39)であった。全体(群化前)の総抱っこ時間の度数分布を図 3 に、各群の主観的愛着度の分布を図 4 に示す。総抱っこ時間の三分位に基づき、低群(11 時間未満)、中群(11 時間以上 38 時間未満)、高群(38 時間以上)の 3 群に分類した。

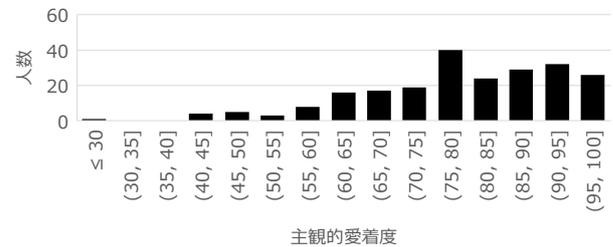


図 2 主観的愛着度を表す PBS 得点のヒストグラム

表 3 28 日間の(a) 行動回数と(b) 行動日数の基本統計量

オーナー行動	(a) 行動回数		(b) 行動日数	
	平均値	中央値	平均値	中央値
抱っこ	288	254	24	27
なで	1691	1125	24	28
名前呼び	420	274	24	27
鼻触り	550	275	22	25
寝かしつけ	173	117	20	25
着せ替え	3	2	3	2
高い高い	193	123	21	24

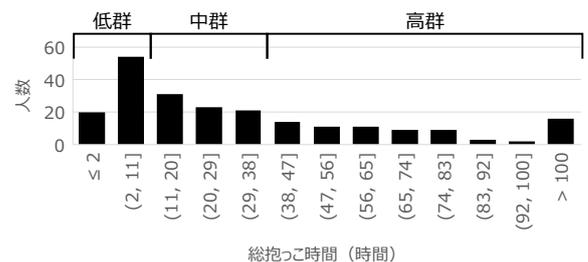


図 3 総抱っこ時間のヒストグラム

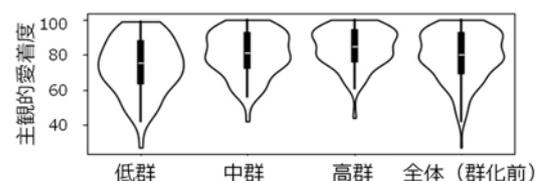


図 4 総抱っこ時間の三分位で分類された群別的主観的愛着度の箱ひげ図とバイオリンプロット(水平線は中央値, ボックスは四分位範囲, ひげの上下は四分位範囲の 1.5 倍)

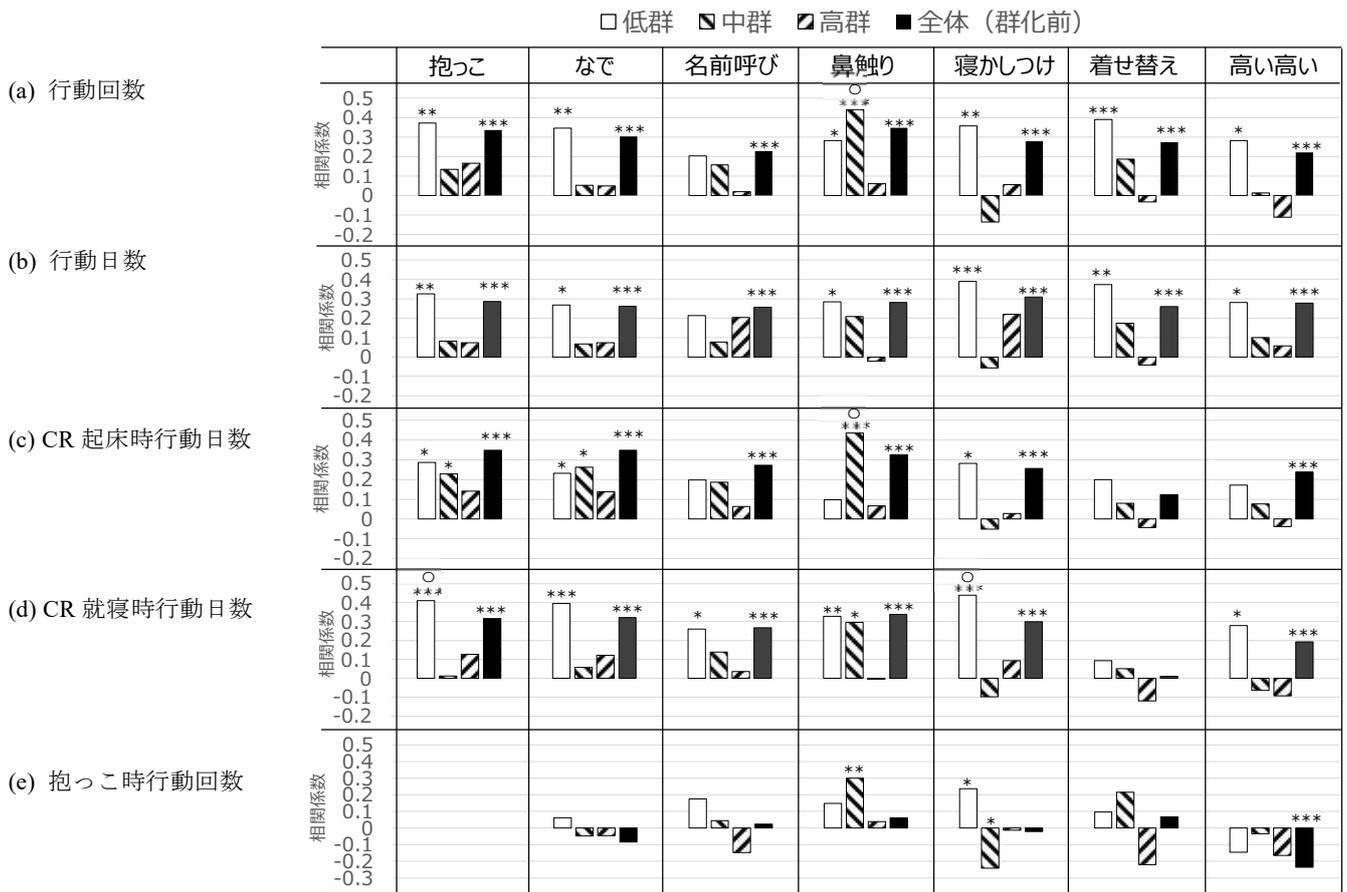


図 5 群別及び全体（群化前）における主観的愛着度と各行動特徴量との相関係数
 (中程度の相関係数(0.4)を超えた行動特徴量には○を示し、 $p < 0.05$ を*, $p < 0.01$ を**, $p < 0.001$ を***と示す.)

4. 結果

4.1 主観的愛着度の分布傾向

図 4 に示すように、総抱っこ時間が長い群ほど主観的愛着度は高水準側に分布する傾向が認められた。第 3 四分位は、低群 87, 中群 91, 高群 93 であり、群間で分布位置の差が確認された。

4.2 正規性検証

相関分析に先立ち、群別及び全体（群化前）について、主観的愛着度と各行動特徴量の正規性をシャピロ・ウィルク検定で確認した。その結果、主観的愛着度に関しては、低群を除く中群・高群・全体で正規性が棄却された($p < 0.05$)。行動特徴量に関しては、低群及び全体ではすべての行動特徴量の正規性が棄却され、中群及び高群では 34 個中 32 個の行動特徴量の正規性が棄却された。以上より、大多数の正規性が棄却されたため、相関分析にスピアマンの順位相関係数を用いた。群別及び全体の相関係数を図 5 に、詳細を付録 B に示す。

4.3 全体（群化前）の主観的愛着度と行動特徴量の相関

全体では全 34 個の行動特徴量のうち 26 個で有意な相関が認められたが、2.3 節で述べた先行研究[21]と同様に相関係数の絶対値が弱い相関の基準(0.20~0.39)[30]に留まり、中程度の相関基準(0.4)に達しなかった。

4.4 群別的主観的愛着度と行動特徴量の相関

低群では、22 個の行動特徴量で主観的愛着度との相関係数で弱い相関基準(0.2)を超え、このうち 16 個の行動特徴量は全体 (4.3 節) より高い相関を示し、低群では全体より愛着度との関連が明確であった。さらに、主観的愛着度と有意な相関が認められた行動特徴量のうち、CR 就寝前行動日数の「抱っこ」($r = 0.41, p < 0.05$)及び「寝かしつけ」($r = 0.44, p < 0.05$)は中程度の相関基準(0.4)に達した。

中群では、7 個の行動特徴量が主観的愛着度との相関係数が弱い相関基準(0.2)を超えた。このうち 4 個の行動特徴量は全体 (4.3 節) より高い相関を示した。さらに、主観的愛着度と有意な相関が認められた行動特徴量のうち、行動回数及び CR 起床時行動日数における「鼻触り」(いずれも $r = 0.44, p < 0.05$) は中程度の相関基準(0.4)に達した。

高群では、主観的愛着度と有意な相関を示す行動特徴量は認められなかった。

5. 考察

5.1 主観的愛着度と行動特徴量の関連の概観

図 5 に示す主観的愛着度と各行動特徴量の相関係数を概観すると、低群では多くの行動特徴量において主観的愛着度との有意な相関が認められ、相関係数が中程度の基準(0.4)に達するものも複数存在した。対照的に、中群で有意

な相関を示した項目は一部の行動（主に「鼻触り」）のみであり、高群に至っては有意な相関を示す項目は皆無であった。我々の先行研究では、ログデータ全体を一括して分析した結果、有意な相関は確認されたものの、相関係数はいずれも 0.3 未満に留まっていた[21][22] (2.3 節)。これらを踏まえると、ログデータを総抱っこ時間に基づいて群化することで、全体を一括して扱う場合と比較して、特に低群のオーナーにおいて、主観的愛着度推定可能な行動特徴量がより明確になった可能性が示唆される。

上述の結果は、各群における主観的愛着度の分布(図 4)からも妥当である。低群では、正規性は棄却されず(4.2 節)、分布は比較的正規分布に近い形状を示した。一方、中群及び高群では、正規性は棄却され、分布が高得点域に集中する、いわゆる天井効果が認められた。中群及び高群のような分布特性を示す場合、一般に得点の分散が縮小し、高愛着度帯における個人差の分解能が低下する[33]。その結果、愛着度の微細な差異に対応する行動の差異が表出されにくかったと考えられる。

天井効果が生じた背景としては、第 1 に、本研究の対象である CR のオーナーが抱く愛着の程度が、採用した尺度 (PBS; 3.2 節) の測定可能な上限を超えていた可能性が挙げられる。第 2 に、本研究のサンプル構成自体が、元来愛着度の高い参加者に偏っていた可能性も考えられる。オーナーの主観的愛着度が天井効果を示す傾向は、CA に対する主観的愛着度を扱った先行研究の結果[1][18][31][32]とも一致する。以降では、群別の相関分析の結果について詳細に考察する。

5.2 総抱っこ時間が少ないオーナー群

低群では、多くの行動特徴量で主観的愛着度と有意な相関が認められ、特に「抱っこ」及び「寝かしつけ」の CR 就寝時行動日数では中程度の相関が示された。また、中程度の相関基準にはわずかに達しなかったものの、「なで」や「鼻触り」の CR 就寝時行動日数においても同様の傾向が見られた。これらの結果から、総抱っこ時間が少ない低群のオーナーの主観的愛着度を推定するにあたっては、CR の就寝前というコンテキストに着目した分析が有効であり、中でも「抱っこ」及び「寝かしつけ」の生起日数が有用な指標となり得ることを示唆している。

CR 就寝時というコンテキストにおいて、「抱っこ」及び「寝かしつけ」が主観的愛着度と高い相関を示した要因について考察する。第 1 に、親子の相互作用との類似性が挙げられる。一般に就寝時刻が近づくとき親が子どもを抱きしめたり寝かしつけたりするように、CR オーナーもこの養育的な慣習に倣い、愛着の表現として CR に対し同様のふるまいを行ったと考えられる。第 2 に、CR のデザイン特性による影響である。本研究で対象とした CR は、設定された就寝時刻 (3.1 節) が近づくとき目やふるまいを通じて眠気を表現する仕様となっている。そのため、オーナーは、

その眠そうな様子に慈愛を感じ、その感情の発露として抱っこや寝かしつけを行ったのではないかと推察される。

5.3 総抱っこ時間が中程度のオーナー群

中群では、主観的愛着度と有意な相関が認められた行動特徴量は 7 個と低群より少なかった。しかし、「鼻触り」に関する 2 つの特徴量（行動回数及び CR 起床時行動日数）では中程度の相関が認められ、これら 2 つの特徴量の相関係数は同程度であった。行動回数はコンテキストを特定せずに計測可能な指標であり、計測の簡便性や汎用性の観点から有利である。したがって、中群のオーナーの主観的愛着度を推定するにあたっては、コンテキストに依らない「鼻触り」の行動回数が有用な指標となり得ることが示唆される。

中群において「鼻触り」に関する行動特徴量が主観的愛着度と中程度の関連を示した要因について考察する。本研究で用いた CR は、鼻への接触に対し、直ちに音声やまぶたを閉じる表情変化によって反応を示す仕様(表 1)となっており、これは明確かつ即時的なフィードバックを伴う行動である。本 CR には他にも「なで」や「高い高い」といった即時的フィードバックを伴うオーナー行動が存在する(表 1)が、中群ではこれらの行動の生起回数と主観的愛着度との間に有意な相関は認められなかった。その要因として、まず「なで」については、CR の反応が視線や首の動きに限定されていたため、「鼻触り」と比較してフィードバックの誘引力が弱かった可能性がある。また、本研究ではオーナーの接触部位(例えば、頭部や顔部、腹部)を記録していなかった点も挙げられる。先行研究では、接触部位によって人の抱く意図や印象が異なることが報告されており[34][35]、接触部位ごとの反応の違いが混在したことで、愛着度との関連が統計的に見えにくくなった可能性がある。一方、「高い高い」については、CR を持ち上げる動作を伴うため、「鼻触り」と比較してオーナーの身体的負担が大きく、反復しにくい行動であったと考えられる。以上を踏まえると、「鼻触り」は即時的な反応が得られ、かつ低負担で反復しやすいという特性を持つため、中群において主観的愛着度との関連が顕在化したと推察される。

5.4 総抱っこ時間が高程度のオーナー群

高群では、いずれの行動特徴量でも主観的愛着度と有意な相関は認められなかった。この要因として、第 1 に、高群では主観的愛着度が高水準に集中しており(図 4)、愛着度の高低に対応する行動差が十分に顕在化しなかった可能性がある(5.1 節)。第 2 に、本研究で用いた行動特徴量は行動回数や行動日数といった単純な指標に基づいており、高群に特有の行動特性を十分に捉えきれなかった可能性がある。例えば、行動の生起タイミングや複数行動の連鎖、CR の状態を考慮した行動選択(例: CR が眠そうな場合に接触を控える行動)といった側面は、本研究の行動特徴量には反映されていない。

5.5 今後の課題

本研究には、以下の3点の今後の課題がある。第1に、主観的愛着度で生じた天井効果(5.1節)について、高い主観的愛着度が測定可能な尺度の導入や、愛着度が比較的低いオーナーも含めるようなリクルート手法の工夫が求められる。

第2に、中群において主観的愛着度と有意な相関が示されなかった、即時的なフィードバックを伴うオーナー行動(5.3節)について、接触部位及び反応の違い、及び行動に伴う身体的・行動的負担が愛着形成に与える影響について、より詳細な検討が必要である。

最後に、本研究で用いた単純な指標では十分に表せていなかった高群に特有の行動特性(5.4節)について、行動生起周期や複数行動のパターンなどを含めた複合的な行動特徴量の構築、及びCRの状態と生起行動を統合した行動特徴量の設計が必要である。

6. おわりに

本研究は、低コストで常時収集可能なCRログデータに基づく愛着度評価指標の開発に向けて、CRログデータを愛着に関連しているような行動の総抱っこ時間で群化し、群別の主観的愛着度と行動特徴量の関連性を検討した。その結果、群化を行うことで群化前と比較して相関が高まること、ならびに群によって主観的愛着度と関連する行動特徴量が異なることが明らかになった。具体的には、低群ではCR就寝前の抱っこ行動及び寝かしつけ行動の生起日数が、中群では鼻触り行動の生起回数及びCR起床時生起日数が主観的愛着度の推定に有効であることが示された。しかしながら、高群では主観的愛着度と有意な相関を示す行動特徴量は認められなかった。

謝辞 アンケートにご協力いただいたLOVOTオーナー様に謹んで感謝の意を表す。

参考文献

- [1] Su, B. et al.: How Japanese companion dog and cat owners' degree of attachment relates to the attribution of emotions to their animals, *PLOS ONE*, **13**(1) (2018).
- [2] Katcher A. H. et al.: Looking, talking, and blood pressure: the physiological consequences of interaction with the living environment, in *New Perspectives on Our Lives with Companion Animals*, pp. 351-359 (1983).
- [3] Allen, K. et al.: Cardiovascular reactivity and the presence of pets, friends, and spouses: the truth about cats and dogs, *Psychosom. Med.*, **64**(5), 727-739 (2002).
- [4] Ory, M. G., Goldberg, E. L.: Pet possession and well-being in elderly women. *Res. Aging*, **5**(3), 389-409 (1983).
- [5] Garrity, T. F. et al.: Pet ownership and attachment as supportive factors in the health of the elderly, *Anthrozoös*, **3**, 35-44 (1989).
- [6] Beck, A.: Animals in the city, in *New Perspectives on Our Lives with Companion Animals*, pp. 237-243 (1983).
- [7] 動物愛護に関する世論調査(平成22年9月調査), 内閣府. <https://survey.gov-online.go.jp/h22/h22-doubutu/index.html>
- [8] Hamza, M. et al.: A survey on the design and evolution of social

- robots: past, present and future, *Robot. Auton. Syst.*, **156**(C) (2022).
- [9] Paro. <http://www.parorobots.com/>
- [10] AIBO. <https://us.aibo.com/>
- [11] LOVOT. <https://lovot.life/en/>
- [12] Romi. <https://romi.ai/>
- [13] Pepper. <https://us.softbankrobotics.com/pepper>
- [14] Ostrowski, A. K. et al.: Mixed-method long-term robot usage: older adults' lived experience of social robots, *Proc. HRI '22*, pp. 33-42 (2022).
- [15] Imamura, S. et al.: Higher oxytocin concentrations occur in subjects who build affiliative relationships with companion robots, *iScience*, **26**(12), 108562 (2023).
- [16] 武用百子ほか: ロボットとのふれあいが看護師の気分にあげぼす影響の検討, 日本教育工学会 2025 年秋季全国大会, 5-K02 (2025).
- [17] Geva, N. et al.: Touching the social robot PARO reduces pain perception and salivary oxytocin levels, *Sci. Rep.*, **10**, 9814 (2020).
- [18] Banks, M. R. et al.: Animal-assisted therapy and loneliness in nursing homes: use of robotic versus living dogs, *J. Am. Med. Dir. Assoc.*, **9**(3), 173-177 (2008).
- [19] Ylva, F. et al.: How do you play with a robotic toy animal?: a long-term study of Pleo, *Proc. IDC '10*, pp. 39-48 (2010).
- [20] De Graaf, M. et al.: Why do they refuse to use my robot?: reasons for non-use derived from a long-term home study, *Proc. HRI '17*, pp. 224-233 (2017).
- [21] Takada, M. et al.: A study of objective evaluation indicator based on robot activity logs for owner attachment to companion robot, *Int. J. Soc. Robot.*, **16**, 125-143 (2024).
- [22] Takada, M. et al.: Behavior-based indicators of owner attachment to companion robots across specific contexts, *Proc. HCI Int. 2025 - Late Breaking Papers*, vol. 16332 (2026).
- [23] Johnson TP. et al.: Psychometric evaluation of the Lexington Attachment to Pets scale (LAPS), *Anthrozoös*, **5**(3), 160-175 (1992).
- [24] Shove, E., Southerton, D.: Defrosting the freezer: from novelty to convenience, *J. Mater. Cult.*, **5**(3), 301-319 (2000).
- [25] Sung, J. Y. et al.: Robots in the wild: understanding long-term use, *Proc. HRI '09*, pp. 45-52 (2009).
- [26] Lally, P. et al.: How are habits formed: Modelling habit formation in the real world, *Eur. J. Soc. Psychol.*, **40**(6), 998-1009 (2010).
- [27] Angle, R. L.: Utilization of the pet bonding scale to examine the relation between the human/companion animal bond and self-esteem in pre-adolescence, Unpublished PhD thesis, Univ. Houston (1994).
- [28] Anderson, D. C.: Assessing the human-animal bond: a compendium of actual measures, Purdue Univ. Press (2007).
- [29] Cortina, J. M.: What is coefficient alpha? an examination of theory and applications, *J. Appl. Psychol.*, **78**(1), 98-104 (1993).
- [30] Overholser, B. R., Sowinski, K. M.: Biostatistics primer: part 2, *Nutr. Clin. Pract.*, **23**, 76-84 (2008).
- [31] Martens, P. et al.: The emotional lives of companion animals, *Anthrozoös*, **29**(1), 73-88 (2016).
- [32] Irigaray, T. et al.: Adaptation and psychometric properties of Lexington Attachment to Pets Scale (LAPS-B), *J. Vet. Behav.*, **61**, 50-56 (2023).
- [33] DeVellis, R. F.: Scale development: theory and applications, Sage (2017).
- [34] Yohanan, S., MacLean, K.E.: The role of affective touch in human-robot interaction, *Int. J. Soc. Robot.*, **4**, 163-180 (2012).
- [35] Maj, K. et al.: Touching a mechanical body: the role of anthropomorphic framing in physiological arousal when touching a robot, *Sensors*, **23**, 5954 (2023).

付録 付録 A と B は Open Science Framework: <https://osf.io/dh6u2> で提供する。